



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Effect of Varied Photoperiodism on the Larval Development, Adult Emergence and Fecundity of the Rice Moth *Corcyra Cephalonica* (Stainton), at Varying Temperature (Gelechiidae: Lepidoptera) 【Research report】

變溫下不同光週期對外米綴蛾發育及羽化之影響【研究報告】

Yau-I Chu, Meng-Ping Tu, Wen-Yi Cheng
朱耀沂、杜孟萍、鄭文義

*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: 1993/12/03 Available online: 1994/03/01

Abstract

The objective of our work was to find the optimum photoperiod for larval development, adult emergence and fecundity of the rice moth, *Corcyra cephalonica*, to abbreviate the period of collection of moths during mass production of the egg parasitoid *Trichogramma ostrinae*. The rice moth was reared with varied photoperiods (L : D = 24 : 0, 20 : 4, 18 : 6, 16 : 8, 14 : 10, 12 : 12, 10 : 14, 8 : 16, and 0 : 24) at varying temperature, such that the temperatures of photophase and scotophase were adjusted to $28\pm 1^\circ\text{C}$ and $20\pm 1^\circ\text{C}$ respectively. The adult emergences under 16L : 8D and 18L : 6D had nearly a normal distribution. A significant peak of emergence was observed at 20L : 4D, whereas those of 24LL and 24DD occurred with much delay. The appearance of emergence peaks became insignificant gradually when the scotophase was extended, and so were larval and pupal development. The mean duration from egg inoculation to adult emergence was least (67.6 days) under 18L : 6D and greatest under 24DD for males, and were least (73.4 days) and greatest under 18L : 6D and 24DD, respectively, for the females. In the range of 0-6 hours of scotophase, the duration was least with prolonged scotophase. Except for photoperiodism of 20L : 4D, male moth emergence concentrated within 2-3 h about the beginning of the dark period and that of female moth concentrated within 4 h after extinguishing the light. Decreased temperature had a greater effect on the emergence rhythm. A small fraction of adult emergence (10.8%) was found for moths reared under the photoperiodism 24DD, whereas the greatest fraction (42.0%) was observed for those reared under 16L : 8D. There was a tendency that the longer the scotophase, the smaller was the adult emergence. The correlation between length of scotophase and the number of eggs deposited per female or oviposition period was insignificant. The least fecundity (256.3 eggs/♀) was found for females from 24DD, whereas the greatest (530.2 eggs/♀) was from 18L : 6D. The oviposition periods of females from 10L : 14D (5.1 days) was shorter than those from 20L : 4D and 16L : 8D (7.9 days). The intrinsic rate of natural increase (r) and finite rate of increase (λ) were calculated for each treatment. The greatest values of r and λ were found under 18L : 6D; they were 0.12429 and 1.15928, respectively. In conclusion, the optimum photoperiod for mass rearing of the rice moth is 18L : 6D at 28°C for the photophase and 20°C for the scotophase.

摘要

於日溫 $28\pm 1^\circ\text{C}$ 、夜溫 $20\pm 1^\circ\text{C}$ 及不同光週期 (L : D = 24 : 0, 20 : 4, 18 : 6, 16 : 8, 14 : 10, 12 : 12, 10 : 14, 8 : 16, 0 : 24) 飼養時，外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Stainton) 成蟲羽化期之分布，以16L : 8D及18L : 6D二組最近接常態分，20L : 4D組有較明顯之高峰，24LL與24DD組有延遲現象。除24LL與24DD二組外，羽化期分布之集中程度隨黑暗期之增加而遞減，且發育延遲。雄蟲之平均羽化期，以18L : 6D組67.6日為最短，24DD組最長。雌蟲之平均羽化期以18L : 6D的73.4日最短，以24DD組最長。黑暗期短於6小時的條件下，平均羽化期有隨黑暗期延長而縮短之趨勢，黑暗期長於6小時的條件下，8L : 16D組外，平均羽化期隨黑暗期之增加而延長。就成蟲羽化日週律而言，雄蟲除20L : 4D組之日羽化高峰仍在照光期外，其餘各組之日羽化高峰均在熄燈前後2-3小時。雌蟲除20L : 4D之日羽化高峰仍在照光期外，其餘各組之日羽化高峰均在熄燈後4小時，且成蟲羽化日週律受溫度下降之影響較大，故變溫下各光週期之日羽化高峰均較定溫者集中。育成率以24DD組的10.8%最低，16L : 8D組的42.0%最高，且在18L : 6D至8L : 16D六組間，有隨黑暗期增長而降低之趨勢。平均產卵數及產卵期與黑暗期之長短無一定之趨勢。平均產卵數以24DD組的256.3粒最低，18L : 6D組的530.2粒最高。平均產卵期以10L : 14D組的5.1日最短，20L : 4D組及16L : 8D組的7.9日最長。每日之內在增殖率(γ)及終極瞬間增殖率(λ)以18L : 6D組之0.12429與1.15928最高。除10L : 14D組之外，在變溫下之各光週期處理組的內在增殖率及終極瞬間增殖率均大於定溫下的各處理組。故日溫 $28\pm 1^\circ\text{C}$ 、夜溫 $20\pm 1^\circ\text{C}$ 。與 $80\pm 5\%R. H.$ 下，以18L : 6D組為大量飼育外米綴蛾時可推薦使用的處理。

Key words: *Corcyra cephalonica*, photoperiodism, development, adult emergence, fecundity.

關鍵詞: 外米綴蛾、光週期、發育期、羽化時刻、繁殖力。

Full Text:  PDF (1.32 MB)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

變溫下不同光週期對外米綴蛾發育及羽化之影響

朱耀沂、杜孟萍 國立臺灣大學植物病蟲害學系 臺北市羅斯福路四段1號

鄭文義 臺灣糖業研究所植物保護系 臺南市生產路54號

摘 要

於日溫 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ 、夜溫 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 及不同光週期 (L:D=24:0, 20:4, 18:6, 16:8, 14:10, 12:12, 10:14, 8:16, 0:24) 飼養時, 外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Stainton) 成蟲羽化期之分布, 以 16L:8D 及 18L:6D 二組最近接常態分布, 20L:4D 組有較明顯之高峰, 24LL 與 24DD 組有延遲現象。除 24LL 與 24DD 二組外, 羽化期分布之集中程度隨黑暗期之增加而遞減, 且發育延遲。雄蟲之平均羽化期, 以 18L:6D 組的 67.6 日為最短, 24DD 組最長。雌蟲之平均羽化期以 18L:6D 的 73.4 日最短, 以 24DD 組最長。黑暗期短於 6 小時的條件下, 平均羽化期有隨黑暗期延長而縮短之趨勢, 黑暗期長於 6 小時的條件下, 除 8L:16D 組外, 平均羽化期隨黑暗期之增加而延長。就成蟲羽化日週律而言, 雄蟲除 20L:4D 組之日羽化高峰仍在照光期外, 其餘各組之日羽化高峰均在熄燈前後 2~3 小時。雌蟲除 20L:4D 之日羽化高峰仍在照光期外, 其餘各組之日羽化高峰均在熄燈後 4 小時, 且成蟲羽化日週律受溫度下降之影響較大, 故變溫下各光週期之日羽化高峰均較定溫者集中。育成率以 24DD 組的 10.8% 最低, 16L:8D 組的 42.0% 最高, 且在 18L:6D 至 8L:16D 六組間, 有隨黑暗期增長而降低之趨勢。平均產卵數及產卵期與黑暗期之長短無一定之趨勢。平均產卵數以 24DD 組的 256.3 粒最低, 18L:6D 組的 530.2 粒最高。平均產卵期以 10L:14D 組的 5.1 日最短, 20L:4D 組及 16L:8D 組的 7.9 日最長。每日之內在增殖率 (r) 及終極瞬間增殖率 (λ) 以 18L:6D 組之 0.12429 與 1.15928 最高。除 10L:14D 組之外, 在變溫下之各光週期處理組的內在增殖率及終極瞬間增殖率均大於定溫下的各處理組。故日溫 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ 、夜溫 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 。與 $80 \pm 5\% \text{R.H.}$ 下, 以 18L:6D 組為大量飼育外米綴蛾時可推薦使用的處理。

關鍵詞：外米綴蛾、光週期、發育期、羽化時刻、繁殖力。

Effect of Varied Photoperiodism on the Larval Development, Adult Emergence and Fecundity of the Rice Moth *Corcyra cephalonica* (Stainton), at Varying Temperature (Gelechiidae: Lepidoptera)

Yau-I Chu, Meng-Ping Tu Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, 1 Roosevelt Road, Sec. IV, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Wen-Yi Cheng Department of Plant Protection, Taiwan Sugar Research Institute, 54 Sheng-choan Road, Tainan, Taiwan.

ABSTRACT

The objective of our work was to find the optimum photoperiod for larval development, adult emergence and fecundity of the rice moth, *Corcyra cephalonica*, to abbreviate the period of collection of moths during mass production of the egg parasitoid *Trichogramma ostrinae*. The rice moth was reared with varied photoperiods (L:D=24:0, 20:4, 18:6, 16:8, 14:10, 12:12, 10:14, 8:16, and 0:24) at varying temperature, such that the temperatures of photophase and scotophase were adjusted to 28 ± 1 °C and 20 ± 1 °C respectively. The adult emergences under 16L:8D and 18L:6D had nearly a normal distribution. A significant peak of emergence was observed at 20L:4D, whereas those of 24LL and 24DD occurred with much delay. The appearance of emergence peaks became insignificant gradually when the scotophase was extended, and so were larval and pupal development. The mean duration from egg inoculation to adult emergence was least (67.6 days) under 18L:6D and greatest under 24DD for males, and were least (73.4 days) and greatest under 18L:6D and 24DD, respectively, for the females. In the range of 0~6 hours of scotophase, the duration was least with prolonged scotophase. Except for photoperiodism of 20L:4D, male moth emergence concentrated within 2~3 h about the beginning of the dark period and that of female moth concentrated within 4 h after extinguishing the light. Decreased temperature had a greater effect on the emergence rhythm. A small fraction of adult emergence (10.8%) was found for moths reared under the photoperiodism 24DD, whereas the greatest fraction (42.0%) was observed for those reared under 16L:8D. There was a tendency that the longer the scotophase, the smaller was the adult emergence. The correlation between length of scotophase and the number of eggs deposited per female or oviposition period was insignificant. The least fecundity (256.3 eggs / ♀) was found for females from 24DD, whereas the greatest (530.2 eggs / ♀) was from 18L:6D. The oviposition periods of females from 10L:14D (5.1 days) was shorter than those

from 20L:4D and 16L:8D (7.9 days). The intrinsic rate of natural increase (r) and finite rate of increase (λ) were calculated for each treatment. The greatest values of r and λ were found under 18L:6D; they were 0.12429 and 1.15928, respectively. In conclusion, the optimum photoperiod for mass rearing of the rice moth is 18L:6D at 28 °C for the photophase and 20 °C for the scotophase.

Key words: *Corcyra cephalonica*, photoperiodism, development, adult emergence, fecundity.

前 言

光週期可影響昆蟲之地理分布、季節消長、發育、形態、代謝及行爲等多方面特性。在自然界中，光週期亦為昆蟲偵知環境變化的一個指標。例如多數昆蟲的羽化時刻，集中在一天的特定時段，且與其活動時間有關。晝行性昆蟲(diurnal insect)的羽化高峰多在照光期(photophase)，而夜行性昆蟲(nocturnal insect)的羽化高峰多發生在黑暗期(scotophase)(Beck, 1980)。溫度除控制昆蟲生長發育外，日週性溫度的變化(thermo-period)亦是昆蟲得到外界資訊的一種方法。在光週期與溫度週期對昆蟲之交互作用上，部分昆蟲之活動節律較易受到光週期之影響；有些則受溫度週期之影響較大；更有些種類兼受二者之影響。而任何一種光週期之改變，都可使昆蟲之活動節律發生變化。例如Rock(1983)指出當低溫期(cryophase)與黑暗期一致時，光週期對一種捲葉蛾 *Platynota idaensalis* Walker 生長之效應顯著。若高溫期(thermophase)與黑暗期一致時，光週期之效應即降低。

就外米綴蛾(*Corcyra cephalonica* Stainton)而言，據Pajni & Gill (1974)之報告，連續光照可降低其雌蛾之產卵數，但在黑暗期之第一個小時內可產下多數的卵，且隨著照光時數的延長，黑暗期第一個小時的產卵

數也隨著增加。至於雌蛾產卵之集中於黑暗期，亦有Krishna & Narain (1976), Bell (1981)等之報告，Hodges (1979)亦指出雌蛾之產卵數受到溫度、黑暗期間等之影響。余志儒及陳健忠(1991)曾以捕蚊燈為光源，於不同光週期下飼養該蛾之四~五齡幼蟲，雖在總產卵數上未見顯著差異，但前三日內所產卵數以光照期14小時者為最多。但羽化率則未見明顯變化。

筆者等曾在28 °C, 80% R.H. 的條件下，以不同光週期自卵期飼養該蛾，結果發現在18L:6D與20L:4D二種光週期下之羽化高峰較為明顯，除連續光照及無光照組外，羽化期分布之集中度隨黑暗期之延長而遞減，並有延遲發育之現象，且除16L:8D組外，其餘供試光週期處理組，在黑暗期中斷一小時以上，會影響第二天成蛾之羽化日週律(Chu *et al.*, 1993)。此種資料在大量飼養過程中對羽化時間之整齊化有不少之參考價值。

然而昆蟲之羽化日週律不但受到光週期之影響，溫度之變化亦為控制羽化日週律之主要原因，如美國白燈蛾(*Hyphantria cuneu* Drury)的羽化日週律可同時受黑暗期之開始和溫度下降的影響(Hirai, 1972)。Bremer (1926)也認為地中海粉斑螟蛾(*Anagasta kuehniella* Zeller)的羽化時刻受溫度下降的刺激影響較大。且夜冷日暖是日常的現象，

若育蛾室一直維持 28 °C 之溫度，夜間必須加熱提高室溫；若在自然室溫飼養時可節省一些加熱經費，因此設定夜冷日暖之溫度條件，在不同光週期下自卵期飼養，並調查此種條件對該蛾生長及成蟲羽化之影響。

材料與方法

試驗用外米綴蛾來自臺南區農業改良場朴子分場。如前篇(Chu *et al.*, 1993)所述，收集同日羽化之雌、雄蛾，每 150 對置入直徑 8.5 cm，高 17.5 cm 之產卵筒內任其交尾產卵，收集同一天所產之卵粒為供試材料。並以 2 kg 全粒糙米與 60 g 米糠之混合物為飼料，置於容量 5000 ml 之透明塑膠大歪罐中，內接 0.75 ml(約 9000 粒)之卵，罐口以細尼龍網封住。接卵後之大歪罐放置經一小時可變換至所定溫度之日溫 28 ± 1 °C，夜溫 20 ± 1 °C，80 ± 5% R.H. 之定溫箱中飼育，分別在 24LL, 20L : 4D, 18L : 6D, 16L : 8D, 14L : 10D, 12L : 12D, 10L : 14D, 8L : 16D 及 24DD 等九種光週期飼養。照光期之光度為 2750 ± 150 lux。然後調查不同光週期對幼蟲發育期、羽化時刻及繁殖力的影響。

一、發育期

自成蟲開始羽化後，逐日收取並記錄羽化之雌、雄蛾數，至接卵後之第 105 日為止，繪成羽化期分布圖；並求出至是日之育成率、性比及平均羽化期。育成率即以如下算式計算：

育成率 = 總收蛾數 / 總接卵數(9000 粒)

平均羽化期採加權平均(weighted mean)，將每日收得之雌、雄蛾數製成頻度分布表，以接卵後日數為變值(xi)，雌、雄蛾數為頻度(fi)，計算而得。

二、羽化時刻

在九種不同光週期之處理組，任取接卵

後第 60~70 天間之連續三日。以一小時為單位，記錄羽化之雌、雄蛾數(黑暗期則以 5W 之紅燈為照明光源)，繪成柱形圖，並比較變溫條件下光週期對成蟲羽化時刻之影響。

為在短時間內獲得多數新羽化成蛾，需在羽化日週律出現後立刻收集成蛾，然羽化高峰卻集中在黑暗期前後 1~2 小時，收蛾工作又必須在照光情行下進行。故調查 18L : 6D 處理組的黑暗期之中斷對此後成蟲羽化日週律之影響，自黑暗期開始之第四小時起，分別給予一、二小時之光照。以一小時為單位，記錄該時間內之羽化雌、雄蛾數，繪成柱形圖，並以前項觀察所得之羽化日週律為對照組以比較之。

三、繁殖力

在接卵後第 60~70 天間，從九種處理組中，逢機取同日羽化之雌、雄蛾各 30 隻，將每一對成蟲置於直徑 6.2 cm，高 7.0 cm 之透明檢驗杯內。杯口用細尼龍網封住後，任其產卵；逐日記錄產卵數，至雌蛾死亡為止，所得結果以新鄧肯氏多變域分析(Duncan's new multiple range test)，測驗不同光週期下產卵數之差異。再配合第一項所得之數據，以 Howe(1953)的方法計算各光週期外米綴蛾之終極瞬間增殖率(λ)及內在增殖率(r)，以比較之。

$$\lambda = e^r$$

$$r = \text{Ln}(\text{NS}) / (T + 1 / 2L)$$

T : 發育期

S : 育成率

L : 產卵期

N : 雌性卵數

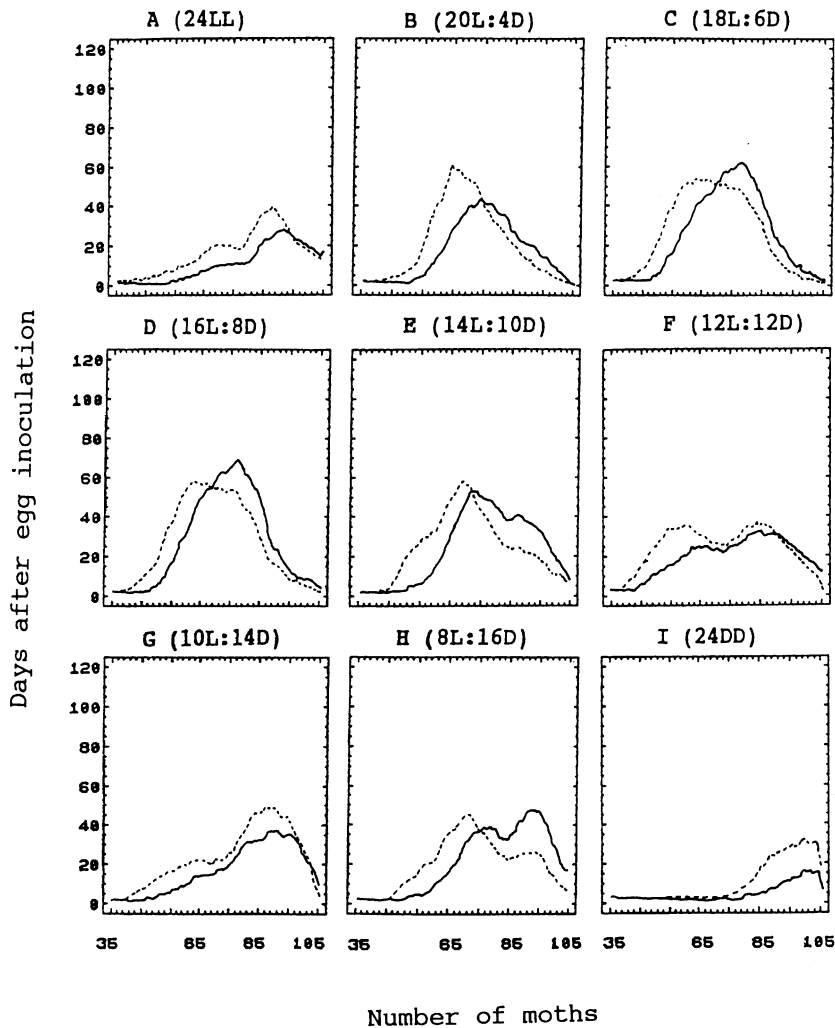
結果與討論

一、發育期

自接卵後至第 105 天，在不同光週期處

理組所得之羽化期分布如圖一。在 16L : 8D 及 18L : 6D 二組羽化期之分布最接近常態分布(圖一 C, D)，但 18L : 6D 組在相同時間內羽化蛾數較 16L : 8D 組多。20L : 4D 組有較明顯之高峰，但羽化蛾數較少，故育成率較

18L : 6D 組低。20L : 4D, 18L : 6D, 16L : 8D 三組雌蛾羽化期之分布較接近常態分布，羽化高峰以 16L : 8D 組最為集中，但至整個羽化期之後期才出現高峰，即平均羽化期較 18L : 6D 略長(圖一 B, C, D)。除 24LL 外，



圖一 外米綴蛾在變溫下不同光週期之羽化期分布(照光期、黑暗期溫度各為 28、20 °C)。

Fig. 1. Adult emergence distribution of *Corcyra cephalonica* at different photoperiods (temperature was adjusted at 28 and 20 °C in photophase and scotophase respectively) ♂ ·····, ♀ —.

隨黑暗期之增加，羽化期之分布集中度遞減，且發育延遲。尤其在 12L : 12D、10L : 14D、8L : 16D 三組間，羽化期之分布出現雙峰型(bimodel)(圖一 F, G, H)，由圖一可知，在變溫下光週期之變化對雌蛾羽化期之影響較雄蛾大。且從前篇結果亦知，不論在定溫或變溫下，均以 20L : 4D, 18L : 6D, 16L : 8D 三組之羽化期分布最接近常態分布，但變溫下之羽化期分布比定溫者更加集中。

飼於變溫下不同光週期處理所得之育成率及平均羽化期列於表一。以育成率來看，24DD 組最低，僅 10.8%；16L : 8D 組最高，達 42.0%；18L : 6D 與 14L : 10D 二組次之。育成率在黑暗期短於8小時者，隨黑暗期增加而提高，黑暗期長於 8 小時者，則隨黑暗期增加而遞降。但 8L : 16D 組的育成率並非最低，介於 14L : 10D 與 12L : 12D 之間。若與定溫下所得之結果相比，在變溫下各光週期處理組之育成率均較定溫者為高，表示在變溫的狀態下更適合外米綴蛾之生存。

雄蟲之平均羽化期，以 18L : 6D 組的 67.6 日最短，但 20L : 4D, 18L : 6D, 16L : 8D 三組之平均羽化期十分接近。黑暗期短於 6 小時者，平均羽化期有隨黑暗期之延長而縮短之趨勢，黑暗期長於 6 小時者，除 8L : 16D 組外，平均羽化期隨黑暗期之延長而拖延。雌蟲之平均羽化期亦以 18L : 6D 組的 73.4 日最短。平均羽化期與黑暗期間之關係與雄蟲相同，在 20L : 4D 至 16L : 8D 組間平均羽化期差異不大。不論以那一種光週期處理，雄蟲之平均羽化期均較雌蟲為短，此與前篇(Chu *et al.*, 1993)定溫下所得之結果相同。又變溫下各光週期處理組所得之雌、雄蟲平均羽化期均較定溫者為短，表示在變溫的狀態下外米綴蛾之發育更快速。而一天中給予 6 小時到 10 小時的黑暗期，亦有刺激幼蟲發育的效應。由圖一可看出，不論雄蟲或雌蟲均以 24DD 組之平均羽化期最長。但該試驗至接卵後之第 105 日為止，此後仍有多數成蟲羽化，故未計實際平均羽化期。因此可認為 24DD 組之低育成率及雄、雌性比高

表一 外米綴蛾在變溫下不同光週期之成蟲育成率及平均羽化期(照光期28℃，黑暗期20℃)
Table 1. Percent adult emergence and development period of *Corcyra cephalonica* at different photoperiods whose temperature was adjusted at 28 and 20℃ in photophase and scotophase respectively

Photoperiod	Adult emergence ¹⁾ (%)	Mean development period(days) ²⁾	
		♂	♀
24LL	18.9	84.1±5.7	89.0±5.1
20L : 4D	29.6	69.7±3.3	75.9±3.1
18L : 6D	39.0	67.6±3.3	73.4±3.1
16L : 8D	42.0	68.8±3.3	73.9±3.1
14L : 10D	36.7	72.1±3.5	79.2±2.9
12L : 12D	30.7	71.3±4.0	77.6±4.1
10L : 14D	29.8	79.6±3.9	83.4±4.3
8L : 16D	31.5	76.1±3.6	84.0±3.3
24DD	10.8	—	—

1) $\frac{\text{No. of adults emerged within 105 days}}{\text{No. eggs inoculated}} \times 100$

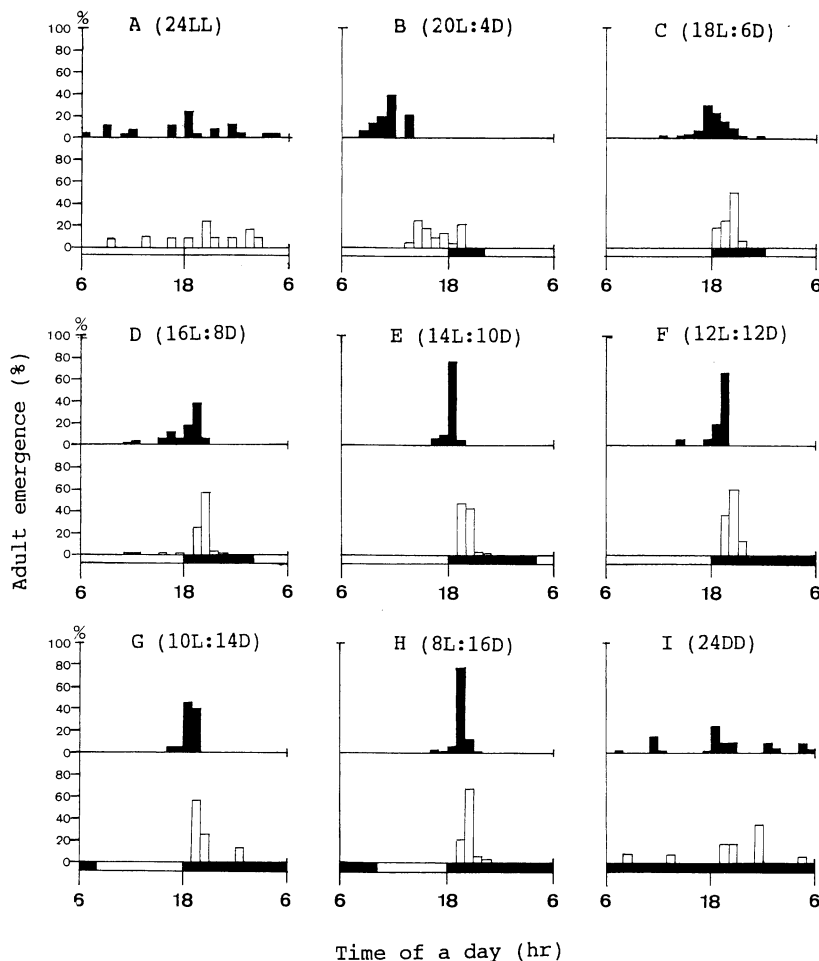
2) Calculated from adults emerged within 105 days from egg inoculation.

達 2.6 : 1 均由於第 105 天後仍有多數之雌蛾羽化所致。造成此現象原因之一，應是 24DD 組全期均在 20 °C 之低溫下生長之故。

二、羽化時刻

在日溫 28 ± 1 °C、夜溫 20 ± 1 °C 與 80 ± 5 % R.H. 的條件，不論雄蛾或雌蛾，在 24LL 與 24DD 處理下，一天中在任何時間帶均可羽化，未見明顯之羽化節律(圖二 A,

I)。20L : 4D 組自熄燈前 4 小時至 10 小時均有雄蛾羽化，且均集中在照光期，而自熄燈前 5 小時至熄燈後 2 小時均有雌蛾羽化，大都在照光期羽化(圖二 B)。與定溫下相較(Chu *et al.*, 1993)，其日羽化高峰較明顯，羽化時刻亦較集中。18L : 6D 組之雄蛾日羽化高峰在熄燈前 1 小時至熄燈後 2 小時，照光期與黑暗期羽化蛾數略相同，雌蛾



圖二 外米綴蛾在變溫下不同光週期之羽化日週律(照光期、黑暗期溫度各為 28、20 °C)

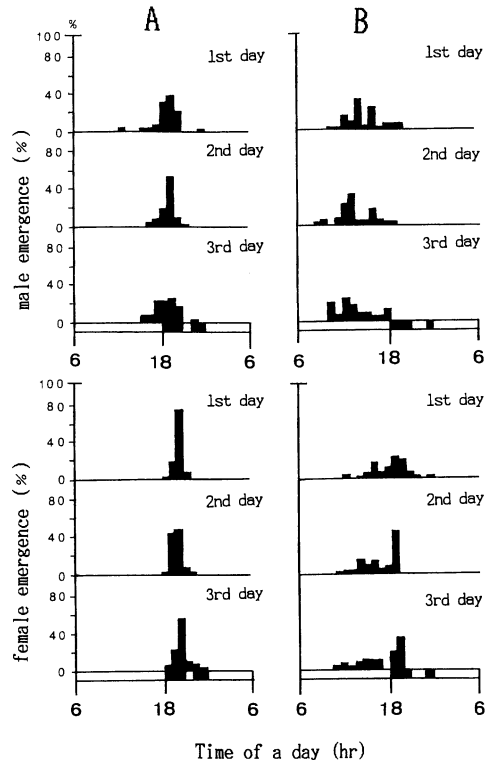
Fig. 2. Daily adult emergence rhythm in *Corcyra cephalonica* at different photoperiods (temperature was adjusted at 28 and 20 °C in photophase and scotophase respectively)

♂ ■ ♀ □。

之日羽化高峰在熄燈後第二~三小時，且大部份至熄燈後3小時內羽化(圖二 C)。16L : 8D 組雄蛾之日羽化高峰在熄燈後2小時，照光期羽化之雄蛾數略比黑暗期多。雌蛾日羽化高峰在熄燈後第二~三小時，黑暗期羽化之雌蛾數可達90%以上(圖二 D)。14L : 10D 組雄蛾之日羽化高峰集中在熄燈後1小時，雌蛾之日羽化高峰在熄燈後第二~三小時，且90%以上之雌雄蛾均在黑暗期羽化(圖二 E)。12L : 12D 組在熄燈前後4小時均有雄蛾羽化，然大部分集中在熄燈後之第二~三小時(圖二 F)。10L : 14D 組之雄蛾大部集中在熄燈後2小時羽化，在黑暗期羽化之雄蛾數佔全日羽化雄蛾數之80%以上。雌蛾則大部分集中在熄燈後第二~三小時羽化(圖二 G)。8L : 16D 組雄蛾之日羽化高峰亦集中在熄燈後第二小時，90%以上在黑暗期羽化。雌蛾之日羽化高峰亦在熄燈後第二~三小時，且均在黑暗期羽化(圖二 H)

與前篇定溫條件飼養之結果比較，在相同之光週期，成蟲之羽化日週律較易受到溫度下降的影響。所以在變溫處理下，不論那一個光週期，其日羽化高峰均較定溫者集中。

由上項試驗已知，在18L : 6D 組之平均羽化期最短。羽化期接近常態分布，且羽化高峰出現在前期，故模擬日羽化高峰出現後開燈收蛾，探討此時對第二天以後成蟲羽化日週律的影響。就雄蛾而言，與對照組(圖二 C)相比較，中斷一小時，三天的羽化時刻變化不多，沒有延遲的現象，但第三天的日羽化高峰略為下降(圖三 A)。中斷二小時，即有羽化週律之混亂，羽化時刻提前，日羽化高峰前移的現象(圖三 B)。黑暗期中斷一小時對飼於18L : 6D 下雌蛾的羽化日週律並沒有太大影響(圖三 A)，與對照組(圖二 C)相同。若中斷二小時，則出現羽化日週律混



圖三 在18L : 6D 之變溫下黑暗期之中斷對外米綴蛾羽化日週律之影響(照光期、黑暗期溫度各為28、20℃)。

Fig. 3. Effect of interruption of scotophase on the daily adult emergence rhythm of *Corcyra cephalonica* under 18L:6D photoperiod (temperature was adjusted at 28 and 20 °C in photophase and scotophase respectively) A, B: interruption of scotophase for 1, 2 hr, respectively.

亂，日羽化高峰前移的現象(圖三 B)。

在變溫處理下，雄蛾較雌蛾易受黑暗期之中斷之影響。並與定溫處理時同樣的，必須在一小時內收完成蛾，才不影響第二天以後的成蟲羽化日週律。

三、繁殖力

由表二觀之，平均產卵數及產卵期與照光期之長短無一定之趨勢。平均產卵數以24

表二 外米綴蛾在變溫下不同光週期之平均產卵數及產卵期(照光期28°C, 黑暗期20°C)

Table 2. Fecundity and oviposition period of *Corcyra cephalonica* at different photoperiods whose temperature was adjusted at 28 and 20°C in photophase and scotophase respectively

Photoperiod	No. of egg / ♀ ¹⁾	Oviposition period ¹⁾ (days)
24LL	357.6±38.2b	6.9±0.9ab
20L : 4D	524.7±20.6c	7.9±0.5b
18L : 6D	530.7±20.8c	7.2±0.4b
16L : 8D	495.0±26.2c	7.9±0.3b
14L : 10D	497.5±12.8c	7.6±0.3b
12L : 12D	403.7±27.4b	6.7±0.5ab
10L : 14D	343.7±23.5ab	5.1±0.5a
8L : 16D	506.7±19.0c	6.9±0.2ab
24DD	256.3±13.3a	6.5±0.5ab

1) Means in a column followed by the same letters are not significantly different at 5% level, Duncan's new multiple range test.

DD 組的 256.3 粒為最低, 10L : 14D 的 343.7 粒次之。而以 18L : 6D 組的 530.2 粒最高, 20L : 4D 組的 524.7 粒居次高。以新鄧肯氏多變域分析, 24LL, 12L : 12D 及 10L : 14D 三組間無顯著性差異, 24DD 與 10L : 14D 無顯著性差異。平均產卵期以 10L : 14D 組的 5.1 日與 24DD 組的 6.5 日最短, 20L : 4D 組及 16L : 8D 組的 7.9 日最長。與定溫下相同, 可能亦因雌蛾間的個體差異太大, 故無法顯現光週期的效應。與定溫試驗結果比較, 發現除 12L : 12D, 10L : 14D, 8L : 16D 三組外, 每種光週期處理組均以變溫飼育下所得之平均產卵數較高, 產卵期則無差異。

若以日平均產卵數和累計產卵數來看(圖四), 以羽化當日為第一日, 可看出 18L : 6D, 16L : 8D, 14L : 10D, 10L : 14D 及 24DD 五組是在第二日才達到產卵高峰(圖四 C, D, E, F, I), 尤以 24DD 組羽化當日之平均日產卵數最低, 為 62.3 粒卵(圖四 I)。其餘四組在羽化當日便達產卵高峰, 但羽化當

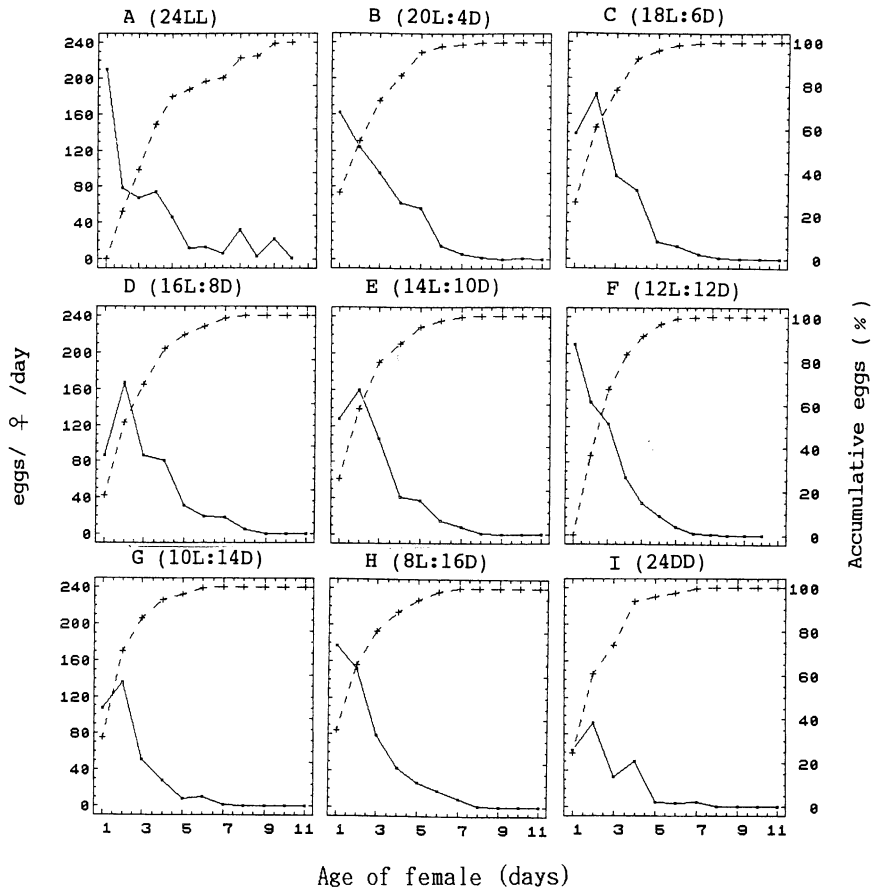
日之產卵數和黑暗期之間, 並無一定的趨勢。就累計產卵數來看, 不論任何光週期下, 雌蛾在第 5 日前已產下 90% 以上的卵, 與定溫下之各光週期處理組之雌蛾在第 5 日已產下 85% 以上的卵, 並無顯著差異。

為求得最適於大量飼育之光週期處理, 將表一及表二所得之結果, 依 Howe(1953)的方法, 統計出變溫下不同光週期處理所得, 每日之內在增殖率(r)及終極瞬間增殖率(λ), 並列於表三。18L : 6D 組之內在增殖率與終極瞬間增殖率最高, 分別為 0.12429 與 1.15928。且除 24LL, 20L : 4D 及 8L : 16D 三組外, 內在增殖率及終極瞬間增殖率有隨黑暗期增加而減少之趨勢。與定溫試驗結果相比, 除 10L : 14D 組之外, 在變溫下之各光週期處理組的內在增殖率及終極瞬間增殖率, 均大於定溫下的各相對應處理組。

結 論

外米綴蛾為繁殖多種天敵之優良代用寄主, 然在大量飼育時遭遇幼蟲期發育之不整齊, 引起羽化期拖延, 成蛾收集常耗費大量人力。本系列試驗係從調整飼養溫度及光週期, 探求羽化期之縮短及羽化時刻之整齊化之可行性, 期得到縮短採蛾工作時日之目的, 而得如下之結果。

綜合在 28°C 之定溫或黑暗期 20°C, 照光期 28°C 之變溫下, 以不同光週期飼養時, 羽化期分布的集中情形, 雄蛾以變溫下 20L : 4D 組最早到達羽化高峰, 而變溫下 18L : 6D 及 16L : 8D 二組羽化期最接近常態分布(圖一 C, D), 但 20L : 4D 組有較明顯之羽化高峰(圖一 B)。育成率以 16L : 8D 組最高, 但平均羽化期則以 18L : 6D 組最短(表一)。而在 18L : 6D 及 16L : 8D 二組, 可以在接卵後第 55~85 天內收得 80% 以上之雄



圖四 變溫下不同光週期對外米綴蛾雌蛾之日平均產卵數及累計產卵數之影響(照光期、黑暗期溫度各為 28、20 °C)。

Fig. 4. Influence of different photoperiods on the oviposition of *Corcyra cephalonica* (Temperature was adjusted at 28 and 20 °C in photophase and scotophase respectively). —No. eggs per day per female —No. accumulative eggs per female.

蛾。在定溫下，24LL 或 24DD 飼養時，在第 55~85 天之內，只能回收 38% 與 35% 之雄蛾。雌蛾則以變溫下 18L:6D 及 16L:8D 二組在接卵後第 60~90 天內可收得 85% 以上之雌蛾。而在定溫下，24LL 或 24DD 飼養時，在第 60~90 天之內，只能回收 40% 與 50% 之雌蛾。

以羽化時刻的整齊度而言，不論定溫或變溫，只要黑暗期長於 10 小時，都可以在熄

燈後 2~3 小時內收得 80% 的雄蛾。而在黑暗期長於 8 小時的條件下，在熄燈後 2~3 小時內可收到 85% 以上之雌蛾。

綜合定溫及變溫下之飼育結果，每公斤飼料飼獲之成蛾數，以變溫 16L:8D 組之 1890 隻為最高，其中 955 隻為雌蛾。18L:6D 組，每公斤飼料飼獲之成蛾數 1755 隻次之，雌蛾數為 860 隻。所得成蟲數最低者為變溫 24DD 組，每公斤飼料僅得 486 隻成蟲，其中

表三 外米綴蛾在變溫下不同光週期之內在增殖率(r)及終極瞬間增殖率(λ)(照光期28°C, 黑暗期20°C)

Table 3. The increase in intrinsic and finite rates of *Corcyra cephalonica* at different photoperiods whose temperature was adjusted at 28 and 20°C and 20°C in photophase and scotophase respectively

Photoperiod	Increase in natural intrinsic rate(r) ¹⁾	Increase in finite rate (λ) ¹⁾
24LL	0.08857	0.42647
20L : 4D	0.11571	0.91192
18L : 6D	0.12429	1.15928
16L : 8D	0.12286	1.11382
14L : 10D	0.11429	0.87616
12L : 12D	0.11143	0.80880
10L : 14D	0.10000	0.58731
8L : 16D	0.10714	0.71734
24DD	—	—

1) Calculated from adults emerged within 105 days after egg inoculation.

雌蛾為 136 隻。故在每公斤接卵 0.375 ml (約 4500 粒) 之飼育條件，於 20°C, 28°C 之變溫下，16L : 8D 之光週期，於接卵後第 60~90 天之間，每公斤飼料可收得 810 隻雌蛾為最高。

就自接卵後第 60~70 天之間，每公斤飼料可得之採卵量而言，綜合定溫及變溫下之飼育結果，以變溫 16L : 8D 組之 33.5 ml 為最高，18L : 6D 組之 32.3 ml 次之。而以在變溫之 24DD 光照條件下之 2.5 ml 為最低。

溫度及光週期對發育期之影響而言，綜合定溫及變溫下之飼育結果，以變溫 18L : 6D 組之雄蟲平均羽化期 67.6 日為最短，16L : 8D 組之 68.8 日次之。而以在變溫 24DD 組為最長。雌蟲平均羽化期亦以變溫 18L : 6D 組之 73.4 日為最短，16L : 8D 組之 73.9 日次之，而以變溫 24DD 組最長。

為求得最適於大量飼育之光週期處理，將所獲平均羽化期、產卵期及雌性產卵數代入 Howe(1953)之公式，求出每日之內在增殖

率(r)及終極瞬間增殖率(λ)。綜合定溫及變溫下之飼育結果即得，變溫 18D : 6D 組之內在增殖率與終極瞬間增殖率為最高，分別為 0.12429 與 1.15928。16L : 8D 組次之，則為 0.12286 與 1.11382。

雖然在變溫下 16L : 8D 組的收蛾數及採卵量為最高，但再考慮羽化期之縮短與整齊，日溫 28±1°C, 夜溫 20±1°C, 80±5% R.H. 下之 18L : 6D 組為大量飼育外米綴蛾時可推薦的飼育條件。此時若自接卵後第 60~90 天進行收蛾，從每公斤之飼料可得約 730 隻雌蛾，以採卵量換算為 32.3 ml。且雌蛾之羽化時刻集中在熄燈後三小時，然此時若定二小時內可完成收蛾工作，收蛾時之開燈將不致影響第二天之成蟲羽化日週律。

以上乃於容量 5000 ml 之透明塑膠罐中接 0.75 ml 外米綴蛾之卵，以 2 kg 全粒糙米與 60 g 米糠飼養所得之結果。然於實際大量飼養外米綴蛾時使用長、寬、高各為 140、70、5 cm 之木箱，其中置放 20 kg 糙米及 300 g 米糠之混合物，接約 75 ml 之卵，並於一間飼養室置放 40 個木箱而飼養。其管理方式自與本試驗採用之方法有所差距。但經本試驗所得之趨勢，對今後外米綴蛾卵粒之生產必有參考之處。

誌 謝

本系列試驗承臺南區農業改良場朴子分場曾主任清田先生惠予種卵，並提供實際大量飼育之相關資料，使本文得以順利完成，特此誌謝。

參考文獻

Beck, S. D. 1980. Insect photoperiodism. 2nd Ed. Acad. Press, New York and

London. 387 pp.

- Bell, C. H.** 1981. The influence of light cycle and circadian rhythm on oviposition in five pyralid moth pests of stored products. *Physiol. Entomol.* 6: 231-239.
- Bremer, H.** 1926. Über die tageszeitliche Konstanz im Schlupftermine der Iamgines einiger Insekten und ihre experimentelle Beeinflussbarkeit. *Zeitschr. Wiss. Insektenbiol.* 21: 209-216.
- Chu, Y.I., M.P. Tu, and W.Y. Cheng.** 1993. Effect of Photoperiodism on the Larval Development, Adult Emergence and Fecundity of the Rice Moth *Corcyra cephalonica* (Stainton), at Constant Temperature (Gelechiidae: Lepidoptera). *Chinese J. Entomol.* 13: 83-96. (In Chinese with English summary).
- Hirai, Y.** 1972. Biology of *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae) in Japan. XIII. Temperature drop as a time cue for adult eclosion. *Appl. Entomol. Zool.* 7: 52-60.
- Hodges, R.J.** 1979. A review of the biology and control of the rice moth *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepi-

doptera: Galleriinae). Tropical Products Institute, No. G125, vi+20 pp.

- Howe, R. W.** 1953. The rapid determination of the intrinsic rate of an insect population. *Ann. Appl. Biol.* 40: 134-150.
- Krishna, S.S., and A.S. Narain.** 1976. Ovipositional programming in the rice moth *Corcyra cephalonica* (Stainton) in relation to certain extrinsic and intrinsic cues. *Proc. Indian Nat. Sci. Acad.* 42: 325-332.
- Pajni, H.R., and K.M. Gill.** 1974. Effect of light on stored product pests. *Bull. Grain Tech.* 12: 151-153.
- Rock, G.C.** 1983. Thermoperiodic effects on the regulation of larval diapause in the Tufted apple budmoth (Lepidoptera: Tortricidae). *Environ. Entomol.* 12: 1500-1503.
- Yu, J.Z., and C.C. Chen.** 1991. Effects of different regimes of photoperiod on the emergence and oviposition of the rice moth (*Corcyra cephalonica* Stainton). *Jour. Agri. Res. China* 40: 57-70. (In Chinese with English summary).

收件日期：1993年9月16日

接受日期：1993年12月3日